

RONALD STOYAN

# Planetarische Nebel

---

EINE ENTSTEHUNGSGESCHICHTE IN AMATEURFOTOS

Über mich

**Ronald Stoyan**

Visueller Beobachter seit 30+ Jahren

Schwerpunkte Planeten, Deep-Sky, Sonne

15+ Optiken vom bloßen Auge bis 20“-Dobson

1994 Gründung der Zeitschrift interstellarum

2000 Gründung des Oculum-Verlags

Seit 25 Jahren Verleger, Autor und Experte für Astronomie

15 Bücher, etwa die Hälfte auch auf Englisch

Fernrohr-Führerschein, Deep Sky Reiseführer

interstellarum Deep Sky Atlas, Atlas of the Messier Objects

# Ein Stern ...

---

Ausgangsmasse von 1 bis 8 Sonnenmassen

Wasserstoffvorrat für Kernfusion ist verbraucht

Gleichgewicht von Strahlungsdruck und Gravitation kommt nach sehr langer Zeit auf der Hauptreihe im Hertzsprung-Russell-Diagramm ins Schwanken

# ... wird zum Roten Riesen

---

Zentralregion des Sterns zieht sich zusammen, Hülle bläht sich enorm auf

Heliumfusion beginnt (Red Giant Branch), Stern verkleinert sich wieder

Erneute Komprimierung des Kerns, erneutes Aufblähen der Hülle (Asymptotic Giant Branch)

Sternwind setzt ein, Außenschichten werden abgegeben über mehrere 10.000 Jahre vor der Entstehung des eigentlichen PN

CW Leo  
HST



NGC 3242, Hya  
Mike Selby



# Protoplanetarischer Nebel

---

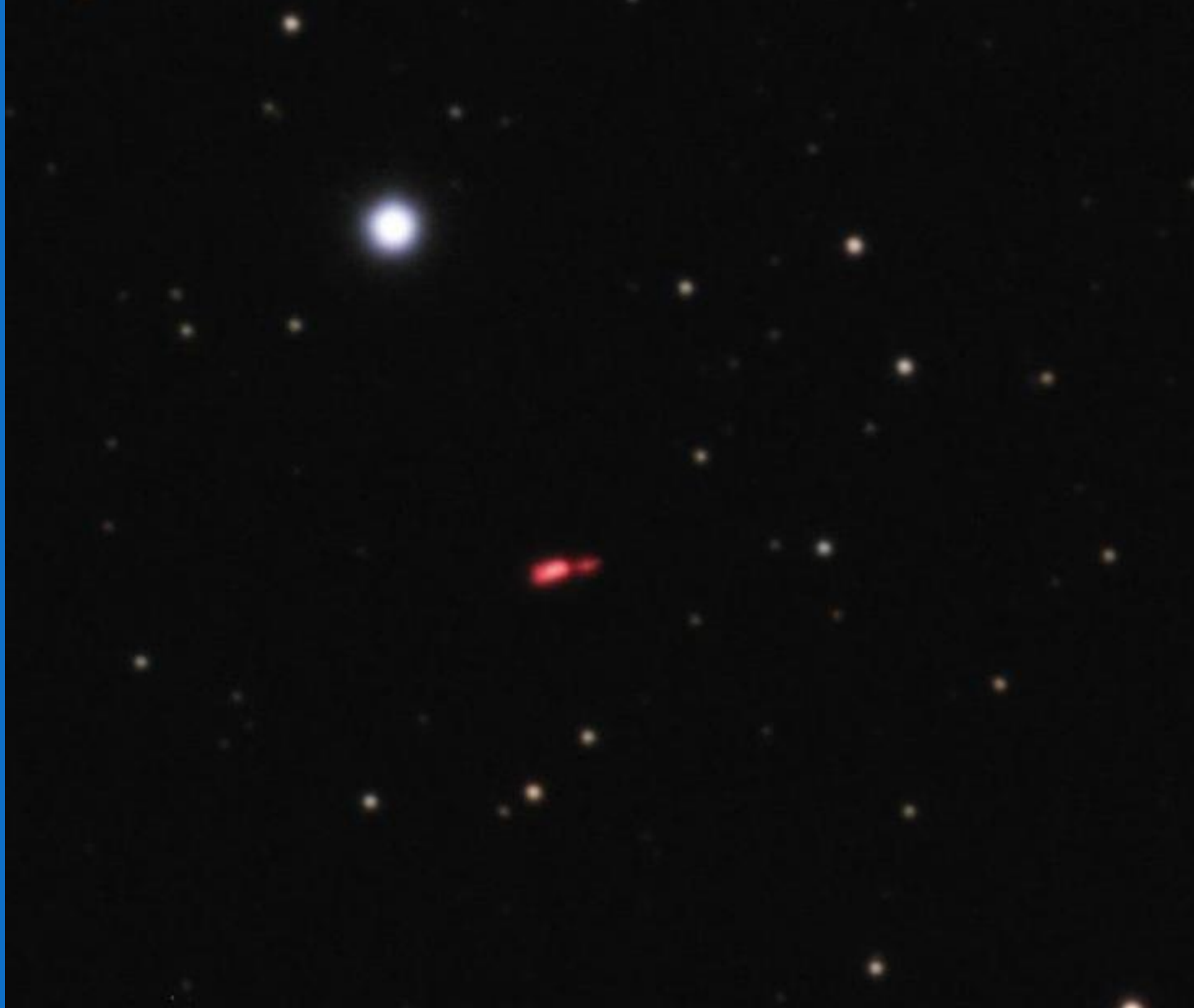
Ehemaliger Sternkern beleuchtet seine Hülle

Nebel noch nicht ionisiert/angeregt, leuchtet in Reflexion

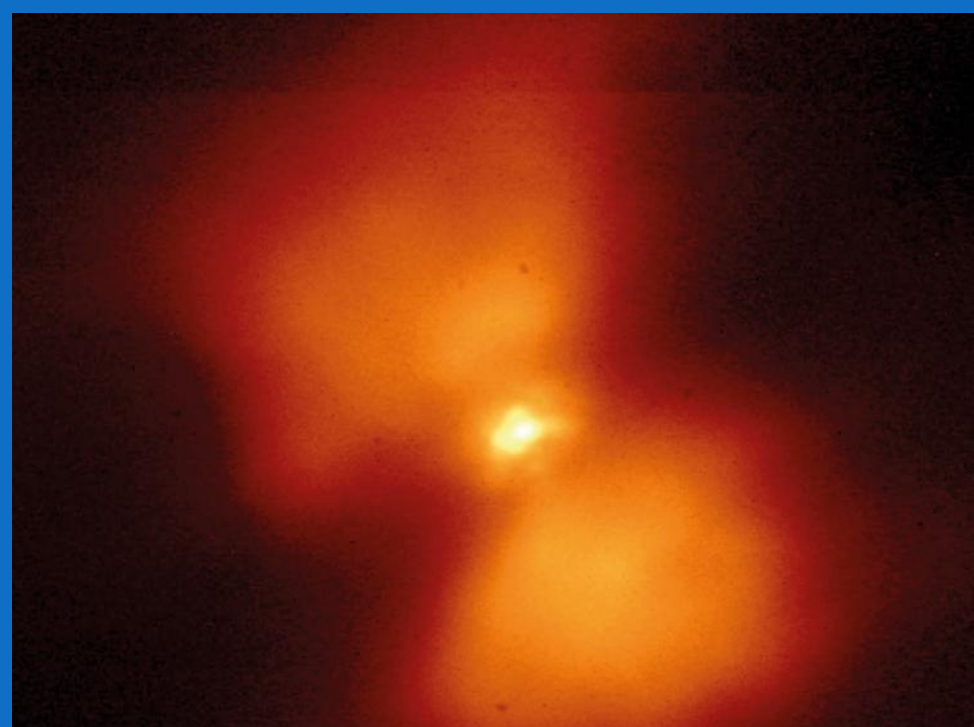
Sterne von außen oft noch gar nicht sichtbar hinter Staub

Sehr kurze Phase von wenigen hundert oder tausend Jahren

Westbrook Nebula  
CRL 618, Aur  
Gary Imm



Frosty Leo  
IRAS 09371+1212, Leo  
Gary Imm, HST



Rotes Rechteck  
CRL 915, Mon  
Adam Block



# Planetarischer Nebel

---

Ionisierung setzt von Innen ein, Sternwind frisst sich von Innen in die Hülle und legt sie frei

Zentralstern wird sichtbar und regt Nebel zum Leuchten in bestimmten Emissionslinien an

Ca. 4000 verifizierte PN und Kandidaten (HASH-Datenbank)

Vergleichsweise kurze Phase von ca. 15.000 bis 25.000 Jahren

# Junger Planetarischer Nebel

---

Der ehemalige Sternkern hat damit begonnen den umgebenden Nebel zu ionisieren

Sternrest (Zentralstern) muss dazu mindestens 30.000 K erreichen

sendet starke Sternwinde und energiereiche Strahlung aus

Expansionsgeschwindigkeit von ca. 25 bis 100 km/s

IC 289, Cas  
Adam Block



Eskimonebel  
NGC 2392, Gem  
Adam Block



# Zentralsterne

---

Spektraltyp O (sDO), teilweise auch Wolf-Rayet-artige Spektren

Massen von 0,5 bis 1,3 Sonnenmassen

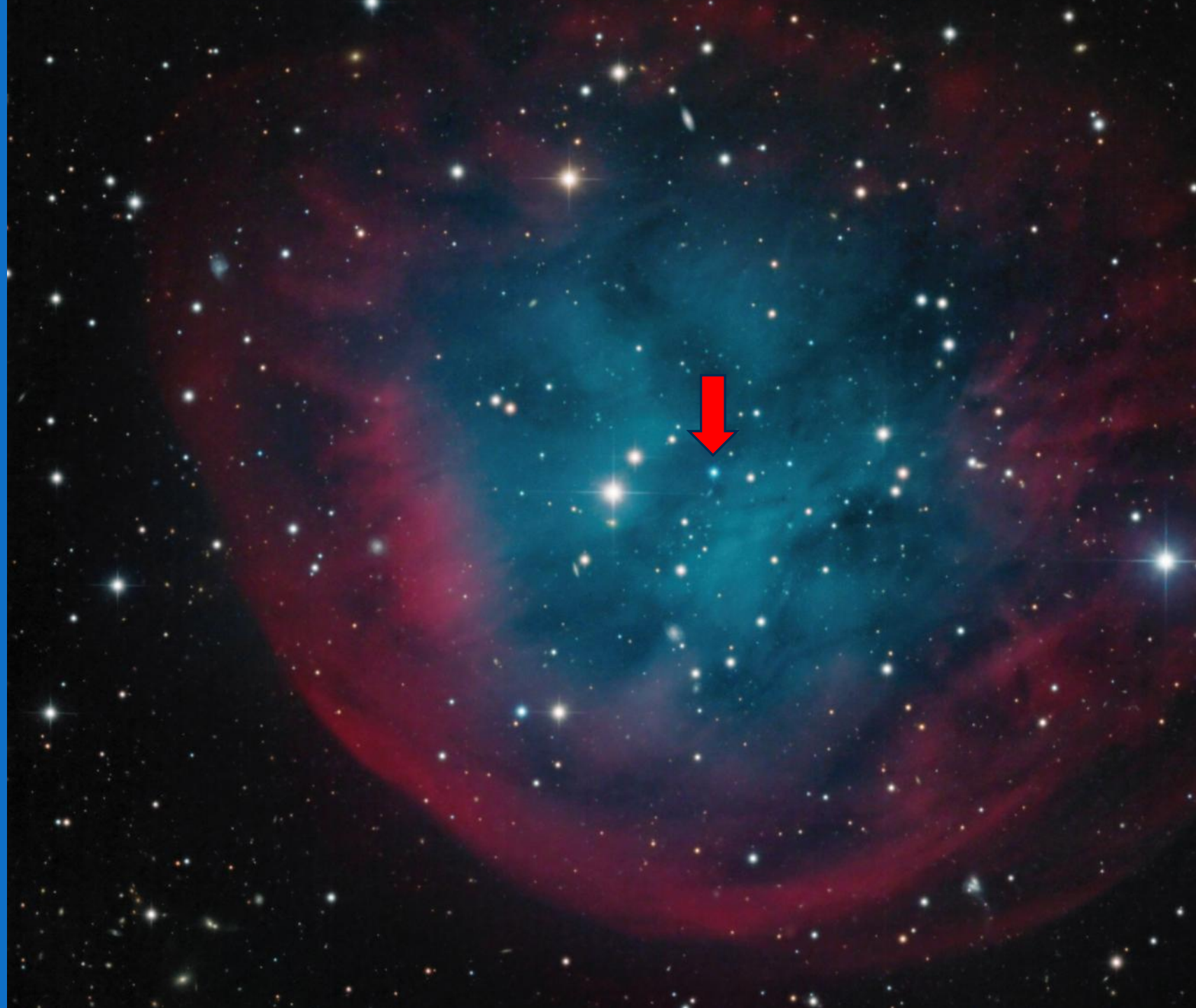
Temperaturen bis über 150.000 K

Vielfach Doppelsterne oder Mehrfachsysteme mit Einfluss auf die Morphologie

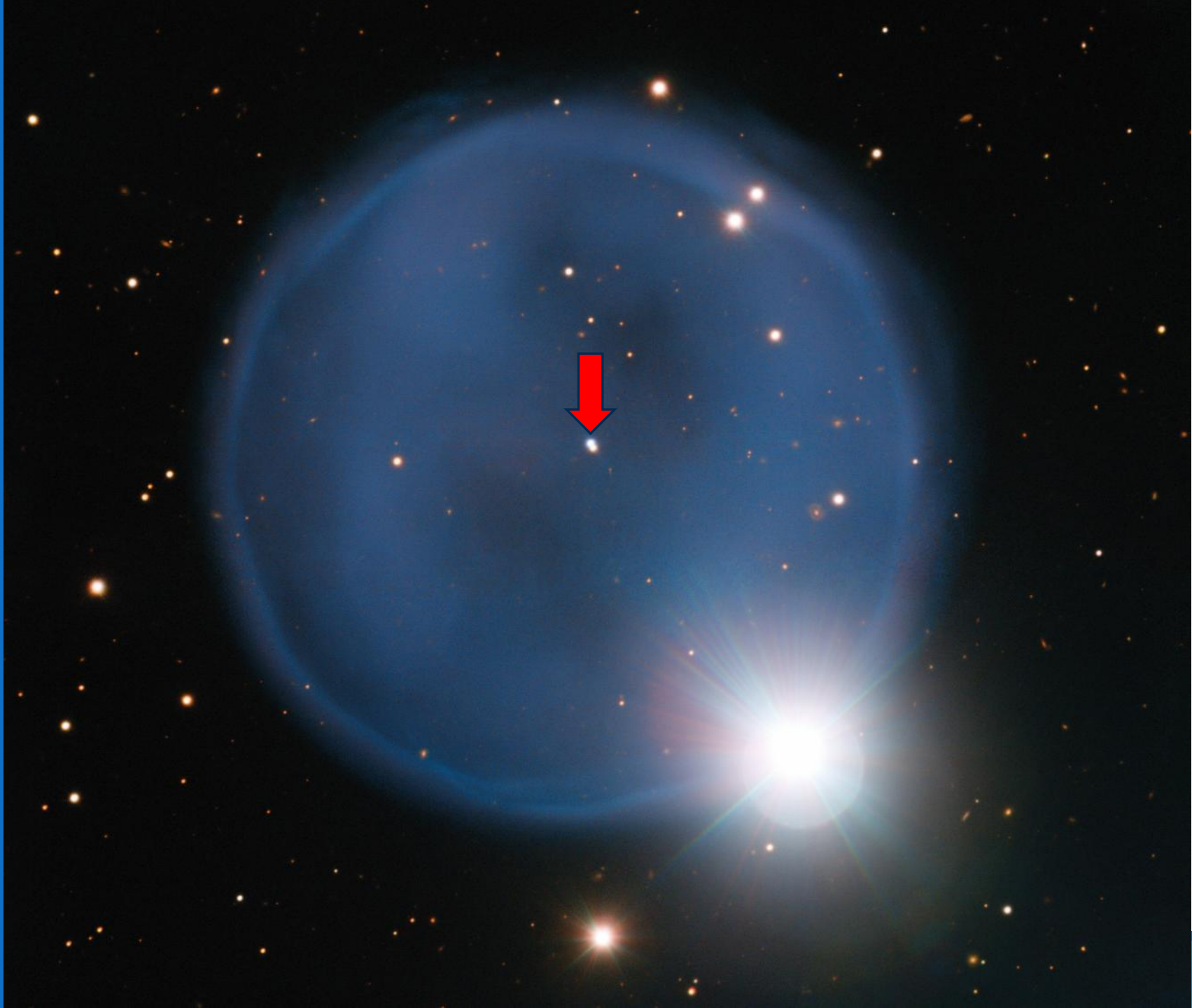
Manchmal sind die PN-Zentralsterne auch die schwächeren Komponenten  
scheinbar heller „Fake“-Zentralsterne

Endstadium: Weißer Zwerg

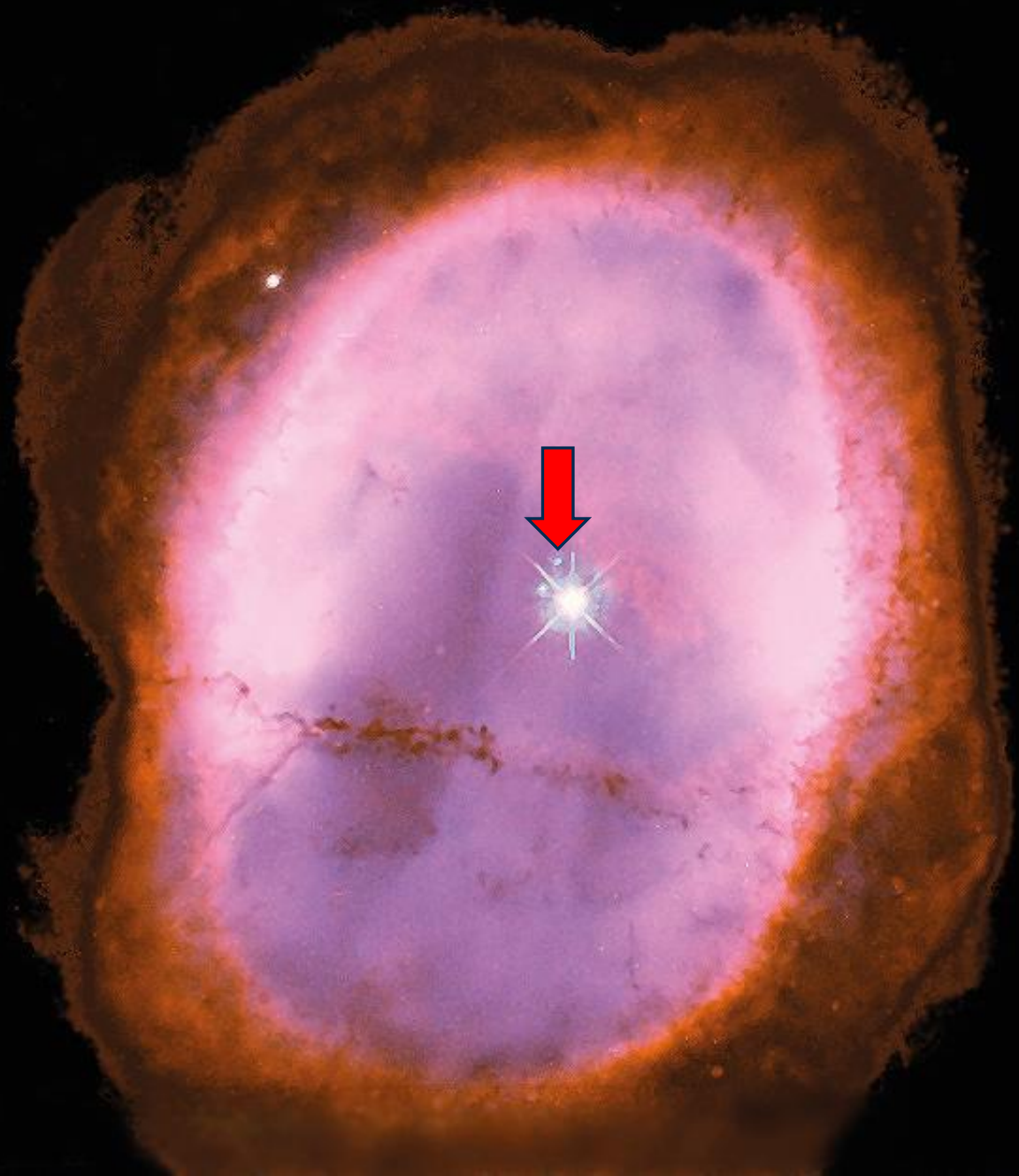
Abell 31, Cnc  
Chart 32



Abell 33, Hya  
VLT



Südlicher Ringnebel  
NGC 3132, Vel  
HST



# Wechselwirkung mit dem ISM

---

Expansion der Nebelmaterie „schiebt“ interstellares Medium zusammen

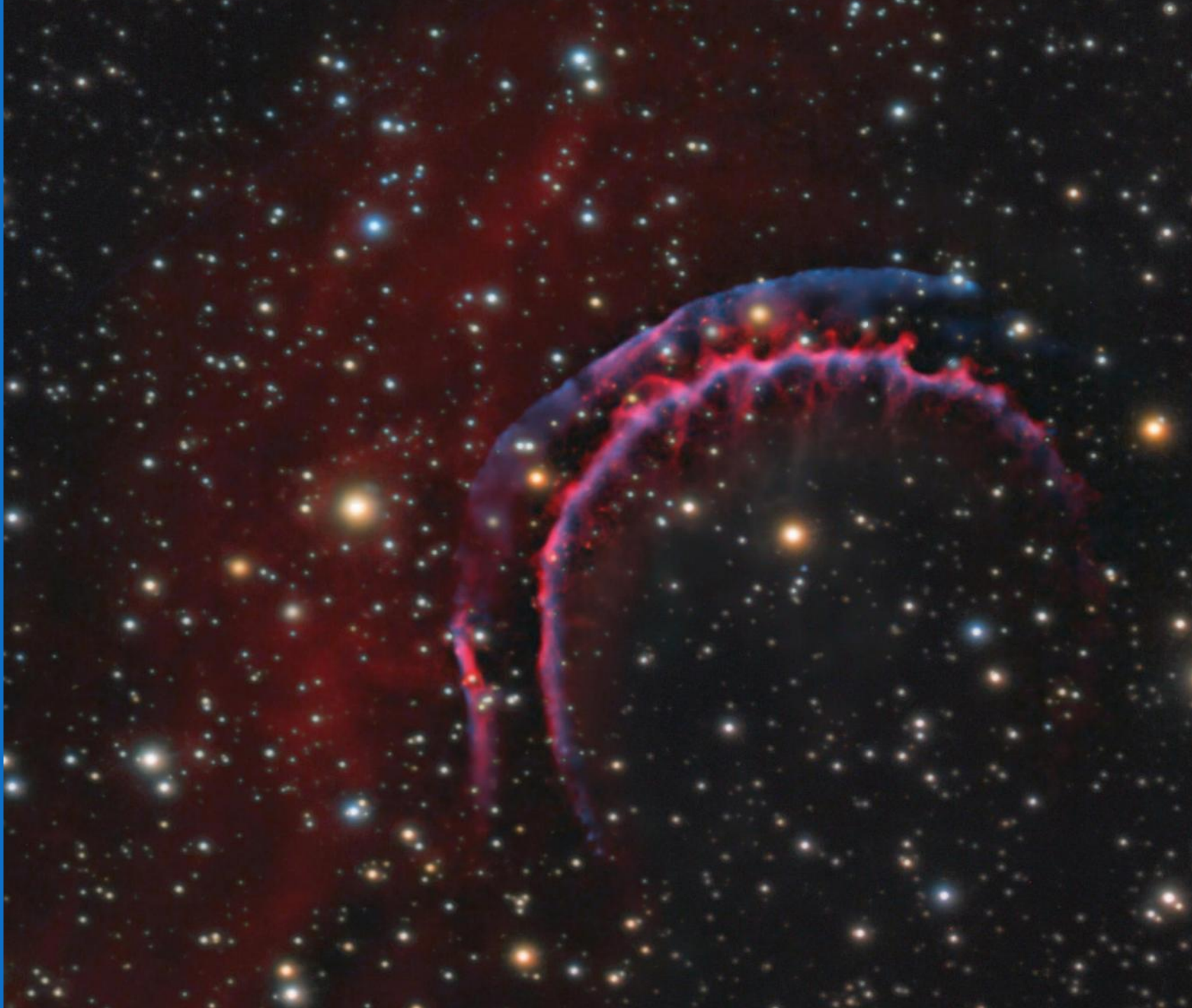
Bildung von Schockfronten, teilweise einseitig je nach Materiedichte

Zentralsterne bewegen sich durch den Raum und können auf Staub- oder Gaswolken treffen

Heckathorn-Fesen-Gull 1,  
Cas  
Peter Goodhew



Hartl-Dengel-  
Weinberger 3, Cas  
Peter Goodhew



Medusanebel  
Abell 21, Gem  
Chart 21



# Formen: Ring

---

Einfachster morphologischer Fall

Expandierende Gasblase

Homogenes ISM

Spirograph-Nebel  
IC 418, Lep  
Chart 32



Webbink-Bond 1, Cas  
Adam Block



# Formen: Doppelring

---

Mehrere hintereinander erfolgte Emissions-Episoden

Innere Schalen schneller und holen auf ältere Schalen auf

Äußere Schalen oft auch aus Roter-Riese-Phase des Ausgangssterne

NGC 2022, Ori  
Adam Block



NGC 1535, Eri  
Adam Block



# Formen: Torus

---

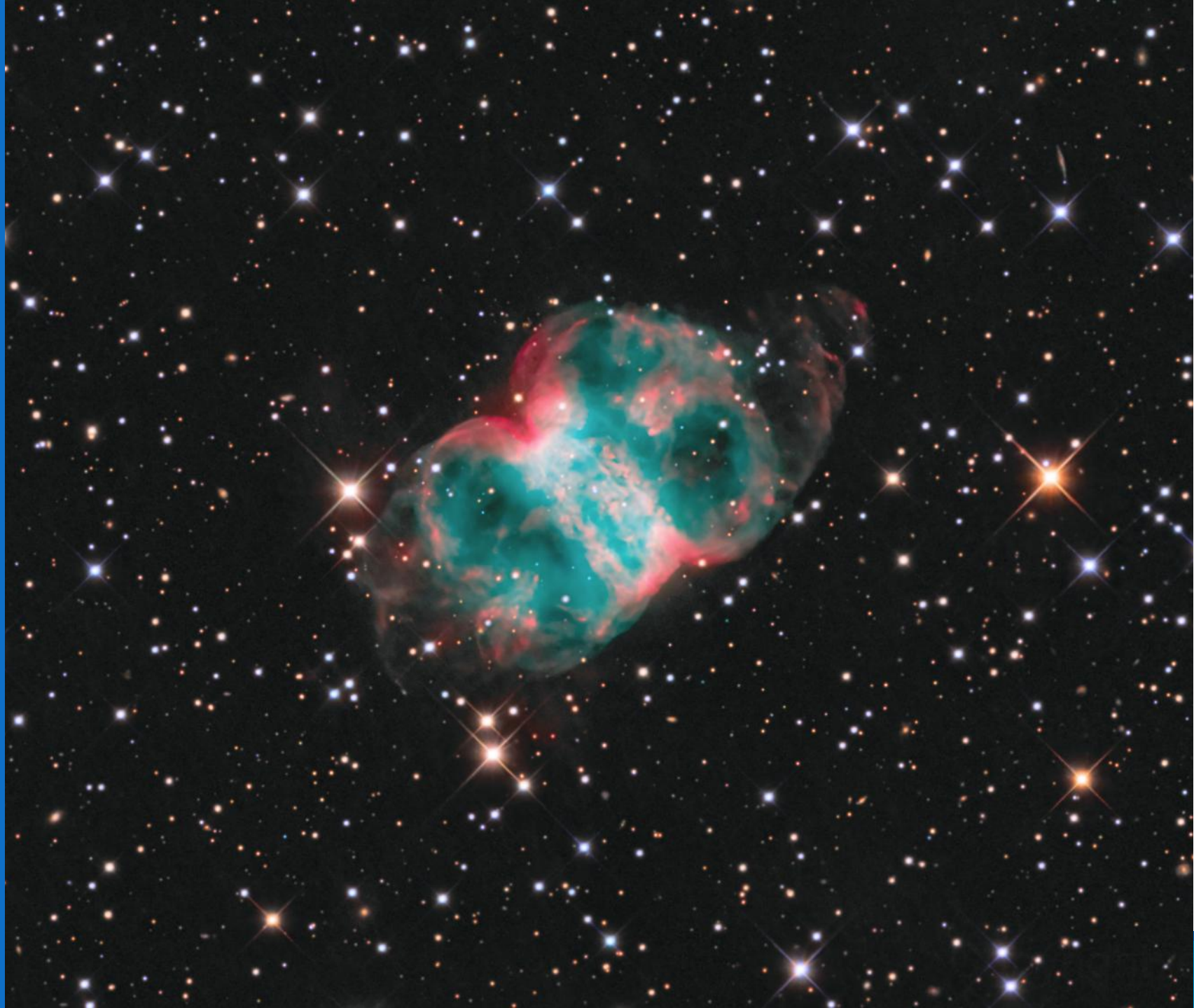
Rettungsring- oder Donut-Form

Auf den ersten Blick schwer von Ringformen unterscheidbar

In der Äquatorebene des Zentralsterns

Dehnt sich mit der Zeit aus

Kleiner Hantelnebel  
Messier 76, Per  
Jean-Francois Bax



# Formen: Bipolar

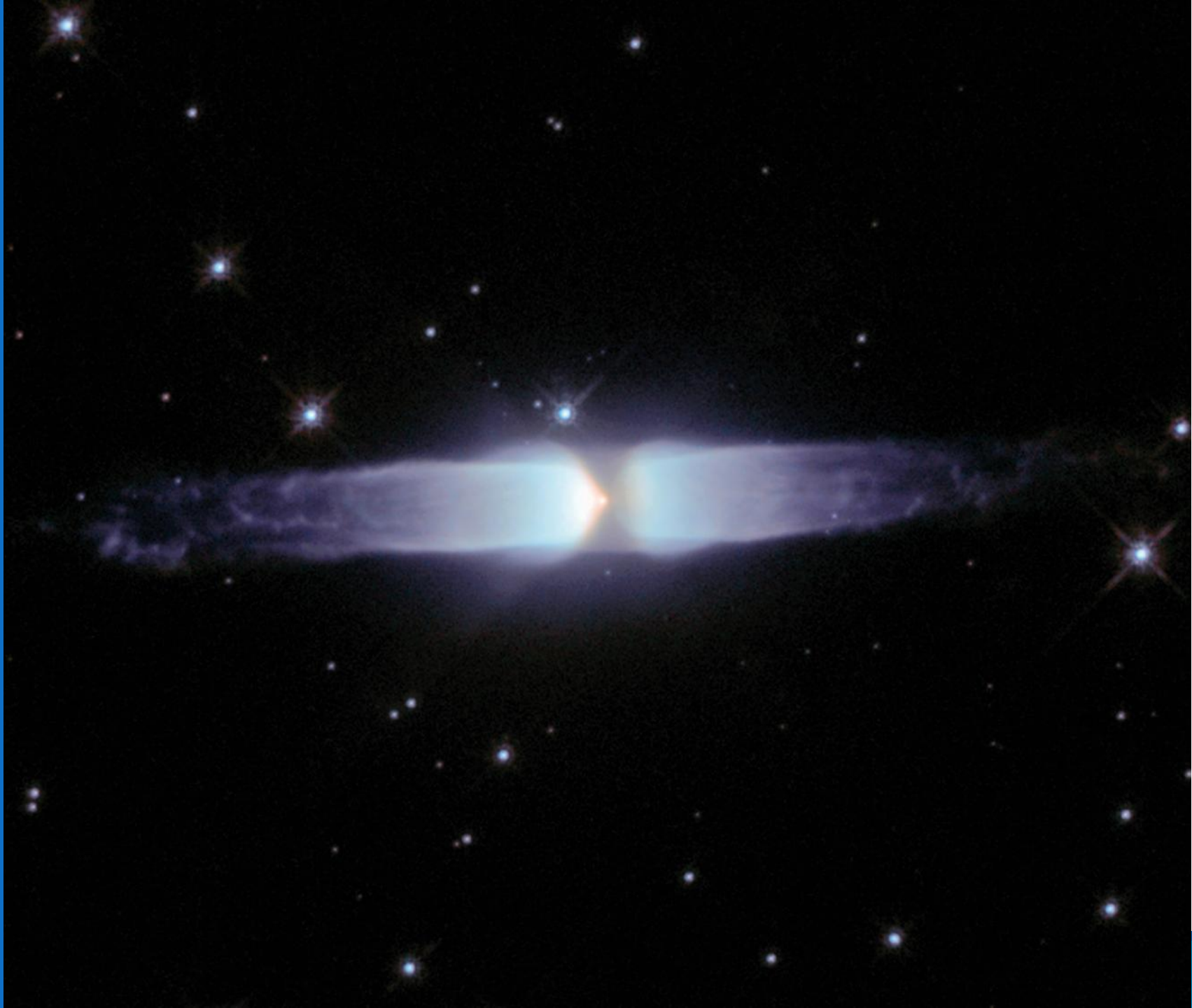
---

In entgegengesetzter Richtung emittierte Materie

Orientiert in polarer Ausrichtung des Zentralsterns

Kollimiert durch Rotation des Sterns

Henize 3-401, Car  
HST



NGC 2346, Mon  
Marc-Antonio Fischer



Headphones Nebula  
Jones-Emberson 1, Lyn  
Jean-Francois Bax



# Formen: Multipolar

---

Sets von zwei oder mehr bipolaren Strukturen

Entsteht womöglich in Doppelsternsystemen mit sich verändernder Bahngeometrie

Crystal Ball Nebula  
NGC 1514, Tau  
Mike Selby



NGC 2818A, Pyx  
Mike Selby



# Formen: Kombination

---

Bei entwickelten PN am häufigsten

Ring + bipolare Strukturen

Torus + bipolare Strukturen

Longmore 3, Pup  
Chart 32



Double Bubble  
NGC 2371/2, Gem  
Gary Imm



NGC 2440, Pup  
Mike Selby



# Formen: Halo

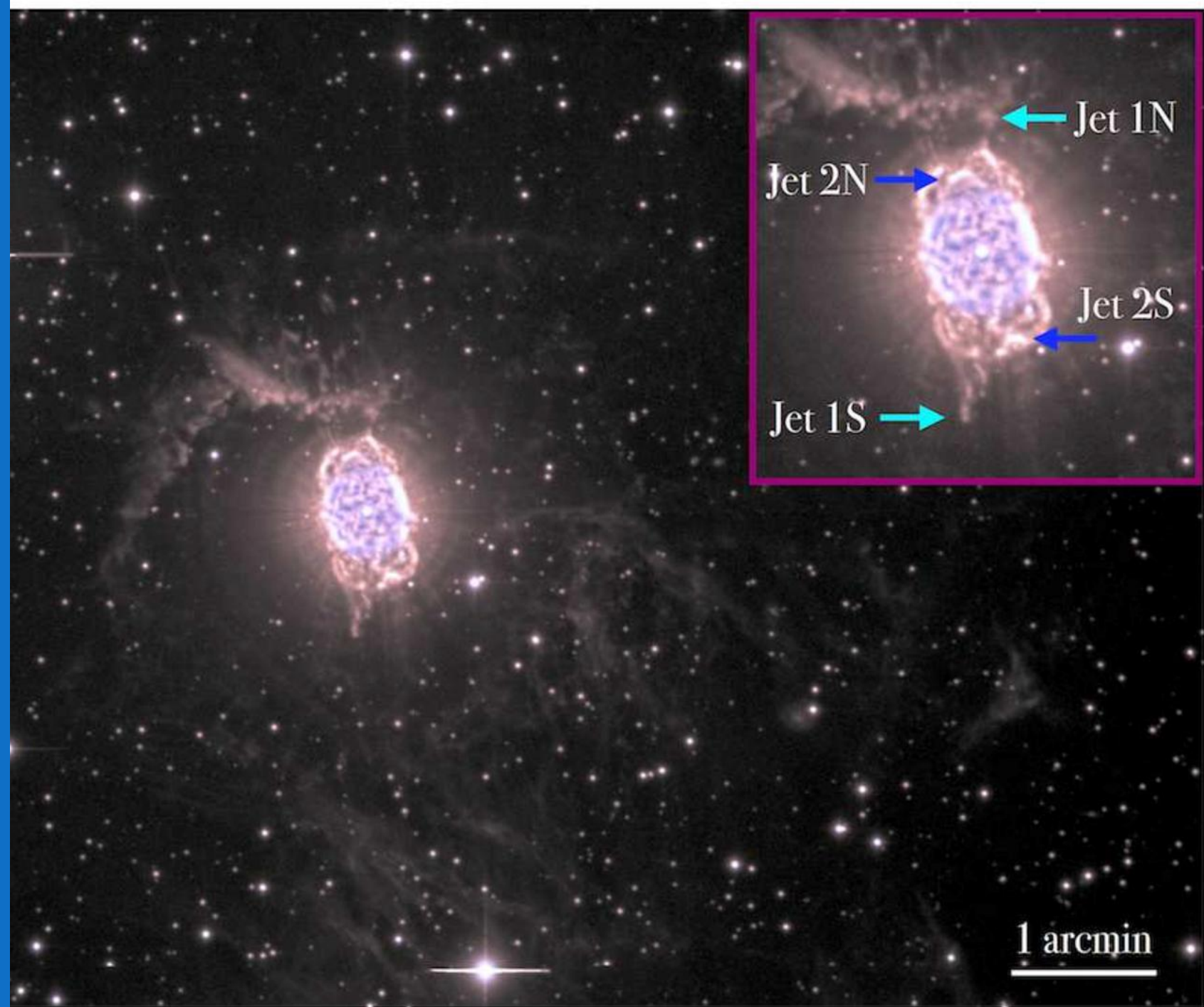
---

Blasenförmige Struktur, die den eigentlichen PN umgibt

Stammt oft aus der AGB-Phase

Ist weniger stark oder gar nicht ionisiert, weil weit vom Zentralstern entfernt

Bow-Tie Nebula  
NGC 40, Cep  
Kitt Peak



Jupiters Geist  
NGC 3242, Hya  
Spitzer Space Telescope



# In Sternhaufen

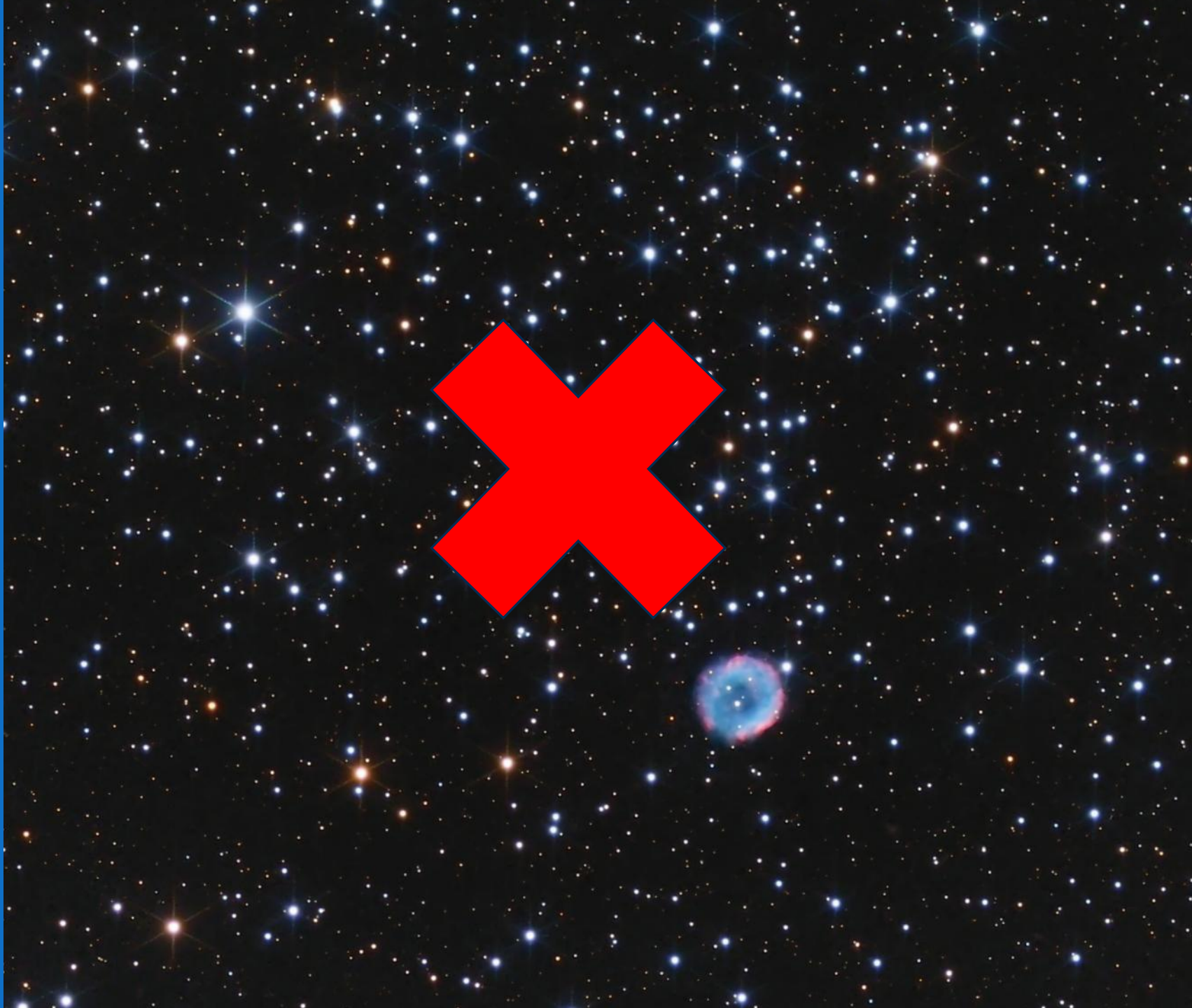
---

Interessant für die Astrophysik, weil sich aus Sternhaufen Aussagen über Alter und Masse ableiten lassen

Einige Beispiele am Himmel die Zugehörigkeit vortäuschen

Nur wenige echte Beispiele nach aktuellen GAIA-Daten

NGC 2438 in M 46, Mon  
Bernhard Blank



IPHASX J055226.2+323724

in M 37, Aur

Peter Goodhew,

Marcel Drechsler



# Farben

---

**Grün: zweifach ionisierter Sauerstoff, [OIII]**

**Rot: angeregter neutraler Wasserstoff, H-alpha**

Blau: angeregter neutraler Wasserstoff, H-beta

Rot: einfach ionisierter Stickstoff, [NII]

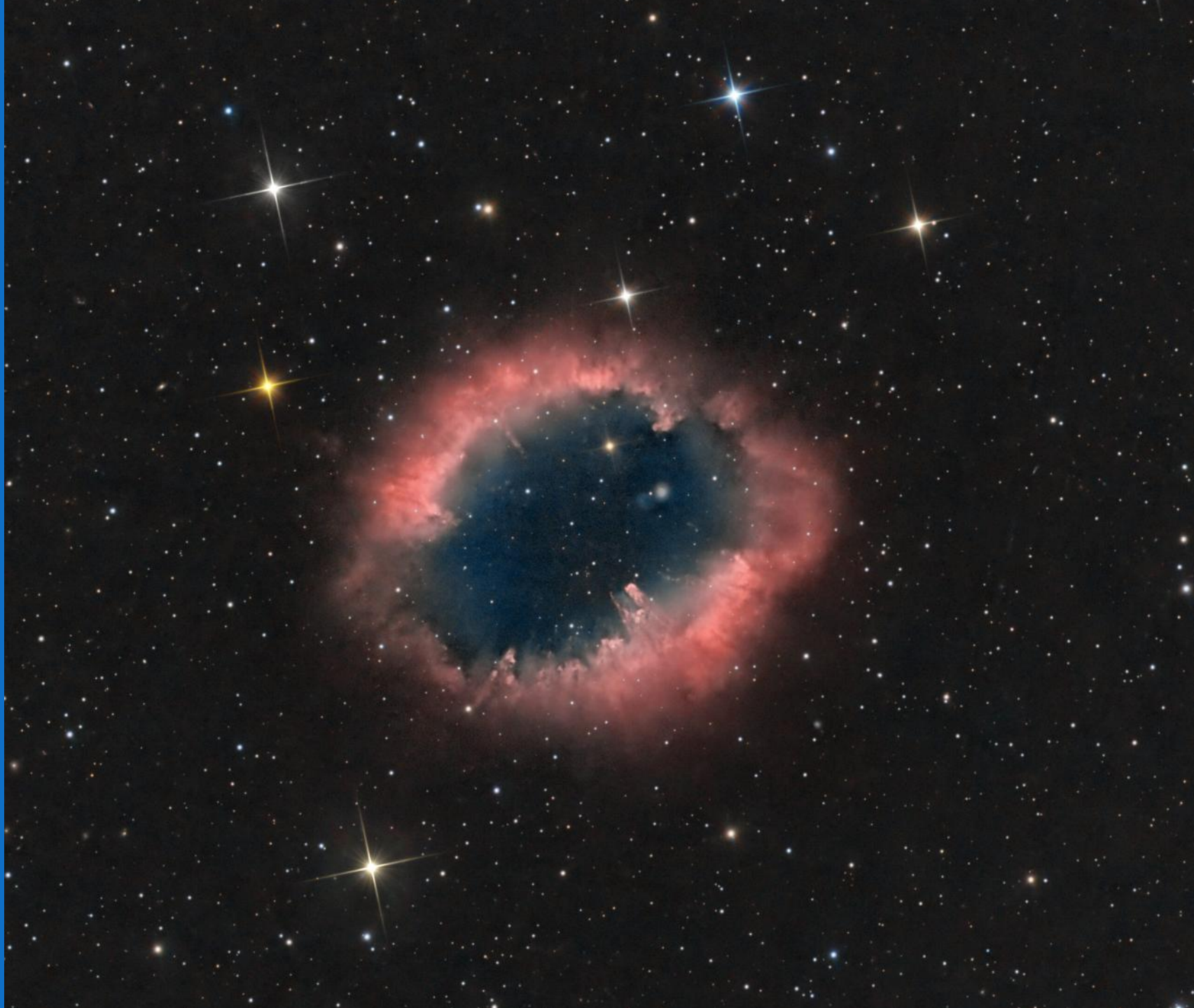
Rot: einfach ionisierter Schwefel, [SII]

Blau: einfach ionisiertes Helium, HeI

NGC 1360, For  
Chart 32



Abell 29, Pyx  
Mike Selby



NGC 246, Cet  
Mike Selby



# Alte Planetarische Nebel

---

Temperatur des Zentralsterns lässt nach

Ionisierungsgrad und Sternwind nicht mehr so stark

Expansionsgeschwindigkeit lässt nach

Simeis 22, Cas  
Sternwarte  
Brentenriegel



Sharpless 2-216, Per  
Rolf Dietrich



Ishida-Weinberger 1, Per  
Andreas Bringmann



# Sehr alte Planetarische Nebel

---

Zentralstern hat kaum mehr Einfluss auf den expandierten Nebel

Materie verschmilzt mit dem umgebenden ISM

Löst sich auf und bildet Material für neue Sterne

Pierce-Frew-Parker 1,  
Mon  
Andreas Bringmann



Liebscher-Stoyan 1, Cyg  
Bernd Liebscher



Ronald Stoyan

# ATLAS DER PLANETARISCHEN NEBEL



BAND I: 176 Objekte zwischen 0<sup>h</sup> - 11<sup>h</sup>

OCULUM

# Atlas der Planetarischen Nebel, Band 1

---

176 NEBEL ZWISCHEN 0H UND 11H

Ronald Stoyan

# ATLAS DER PLANETARISCHEN NEBEL



BAND II: 180 Objekte zwischen 11<sup>h</sup> - 19<sup>h</sup>

OCULUM

# Atlas der Planetarischen Nebel, Band 2

---

180 NEBEL ZWISCHEN 11H UND 19H

**JETZT MITMACHEN!**